

某种气缸盖零件的加工工艺性设计

燕超鹏, 林凯歌, 刘金才, 李劲松, 谷丽娟, 辛娟娟

(中国石油集团济柴动力总厂, 山东 济南 250306)

摘要: 针对某气缸盖加工工艺流程、零件试制以及小批量生产等情况进行加工工艺性设计, 着重介绍了气缸盖数控加工单元与柔性生产线的配置方案, 并对其关键设备、工艺布局等方面进行了分析和设计。实际应用表明: 通过不断的工艺优化与调整, 有效降低了加工成本, 提高了加工效率。

关键词: 气缸盖; 加工工艺; 数控单元

中图分类号: TK426 文献标识码: A 文章编号: 1001-4357(2015)04-0053-03

Processing Technology Design of a Certain Cylinder Head

Yan Chaopeng, Lin Kaige, Liu Jincan, Li Jinsong, Gu Lijuan, Xin Juanjuan

(CNPC JICHAO Power Equipment Company, Shandong Jinan 250306)

Abstract: Processing design of a certain cylinder head was carried out with regard to machining process, as well as trial and small batch production of components. The configuration of numerical control machining unit and the flexible production line of cylinder heads are introduced in detail, and the key equipments, together with the processing layout was studied and analyzed. Applications show that with constant optimization and adjustment of processing technology, the machining cost was effectively reduced, and the efficiency was improved.

Key words: cylinder head ; processing technology; numerical control machining unit

0 引言

140 系列发动机用气缸盖结构 (图 1) 相对于 190 系列产品来说, 体积缩小 1/3, 结构更紧凑。原 190 系列缸盖生产加工线在加工效率、加工精度等方面已无法满足新产品的加工要求, 需要设计新的加工工艺流程。

1 零件分析

1.1 工艺流程

140 系列气缸盖加工内容与其它气缸盖的基本相同, 主要加工平面有进排气平面、燃烧室平面、罩壳平面; 主要孔系有阀座底孔与导管底孔、注油器护套孔、气阀座面与导管孔 (也是气缸盖加工中的难点)、出砂孔、缸盖螺栓孔、验火孔及其它

丝孔等。

气缸盖的加工工艺流程为: 毛坯检验→划线→上、下平面加工→燃烧室面孔系综合加工→罩壳面孔系综合加工→四周面综合加工→工序检验→补充加工→清理→清洗→完工检验。

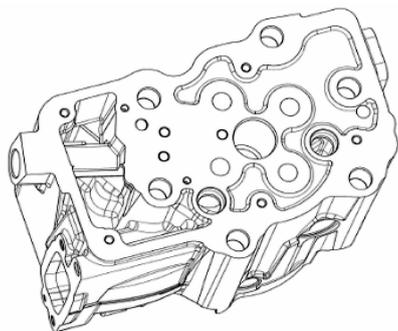


图 1 140 系列发动机用气缸盖结构

1.2 关键加工工序

气缸盖关键加工工序主要包括：上下平面、阀座底孔、导管底孔以及阀座孔相对导管底孔的同轴度等内容，加工精度和尺寸要求见表 1。

1.3 加工设备的选用

从企业具体状况和加工产品批量等方面考虑，确定两种配置方案。

1.3.1 数控单元

为保证产品的加工精度和加工质量，140 气缸盖的加工设备全部属数控加工中心，主要设备有：

表 1 气缸盖加工的主要加工尺寸与几何精度

项目名称	尺寸精度性	表面粗糙度 $Ra/\mu\text{m}$	形状公差		位置公差		
			平面度	平行度	垂直度	位置度	
基准平面	燃烧室面	170 ± 0.1	1.6	0.03	0.08		
	罩壳面		3.2	0.05			
阀座底孔	$\Phi 50\text{H}6$	1.6				0.2	
导管底孔	$\Phi 16\text{H}6$	1.6			$\Phi 0.1$		
同轴度	$\Phi 0.06$						

(1) GTC10080a 数控立车——国产设备，用于上下平面的粗精车加工，提高燃烧室平面的密封效果和上下平面的平行度；

(2) VGC1500 龙门加工中心、VCL1100C 立式加工中心、HMC63e 卧式加工中心——国产设备，用于其他非关键工序的加工；

(3) T20 卧式加工中心——美国辛辛那提出产，用于阀座底孔和导管底孔、注油器的加工，可以保证阀座底孔、导管底孔尺寸精度达到 IT6 级以上，表面粗糙度达 $Ra1.6$ 以上，形状与位置等几何精度达 IT5 级以上。

根据气缸盖的加工工艺流程，完成设备的布局，产品零件之间的转运主要依靠运输车、叉车、电瓶车等完成。

1.3.2 生产线

生产线采用了全柔性方案，设备以加工中心为主，设备间配有输送线以及 KBK 轻型悬挂吊车。线上单机生产，人工上下料，工装夹具采用液压系统，自动夹紧，自动加工，大大降低了操作者的劳动强度。零件转运过程中时常发生的磕碰伤的问题也得到有效控制或避免，同时也方便了现场管理。

2 工艺设计

2.1 基准的确立

(1) 粗基准：加工过程中合理选择工件的定位方式对保证工件的加工质量有着重要的意义。根据图纸

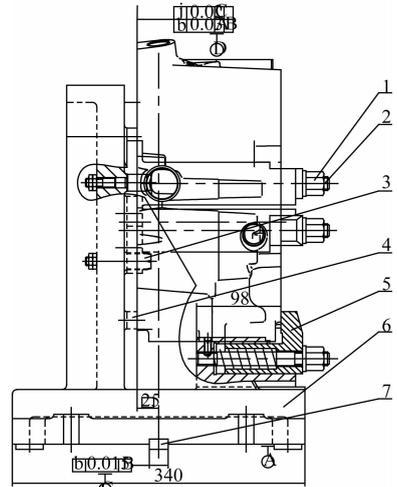
设计要求，X、Y 向粗基准采用缸盖外形的三处结构作为定位点；Z 向粗基准采用燃烧室面 3 点定位。

(2) 精基准：采用“一面（燃烧室平面）两孔（两处缸盖螺栓孔）”定位，满足“基准统一”原则。采用这种“一面两孔”的定位方式，可以很简便地限制工件的 6 个自由度，定位稳定可靠，夹紧变形小，易于实现自动定位和自动夹紧，便于操作。

2.2 工装夹具的设计

140 气缸盖的六个平面及多个方向的孔或平面都需要加工，分上下和四周平面两次加工。在小批试制中为简化夹具结构，充分发挥 T20 卧式加工中心双工作台的优势，采用了两套专用夹具，分别装在两工作台上，完成 140 气缸盖几乎全部加工内容（斜孔除外），即：

(1) 上下平面和孔系加工为一次装夹，定位基准为燃烧室面和两 $\Phi 19 + 0.033$ 螺栓孔，工装部件组成见图 2。



1-压紧螺母 2-螺栓 3-定位销 4-垫块
5-压板 6-底座 7-定位键

图 2 上下平面和孔系加工工装部件

(2) 四周平面和孔系的加工为另一次装夹，定位基准依然为燃烧室面和两 $\Phi 19 + 0.033$ 螺栓孔，以保证定位基准的统一，减少累积误差。工装部件组成见图 3。

2.3 刀具的选择

试制阶段：新型气缸盖本体材料为合金铸铁，相比普通灰铁，切屑较琐碎，硬度较高，为降低试制成本，钻头主要以普通麻花钻为主，专用刀具大多以焊接式国产刀具为主，刀片采用硬质合金材料，刀具冷却方式为外冷。

批量生产阶段：为了获得较高的产品质量和加工效率，批量生产时的刀具均采用进口产品，复合刀具居多，主要生产家有钴领、瓦尔特、伊斯卡

等, 刀具材料大部分采用硬质合金。为保证产品的加工质量, 提高刀具使用寿命, 加工时在浇注外部冷却液的同时, 大多数刀具还采用了内冷功能。高压冷却液通过机床主轴从刀具内部冲出, 浇到切削刃上, 然后带着屑从刀具的排屑槽排出, 可以起到很好的冷却、润滑、排屑作用。

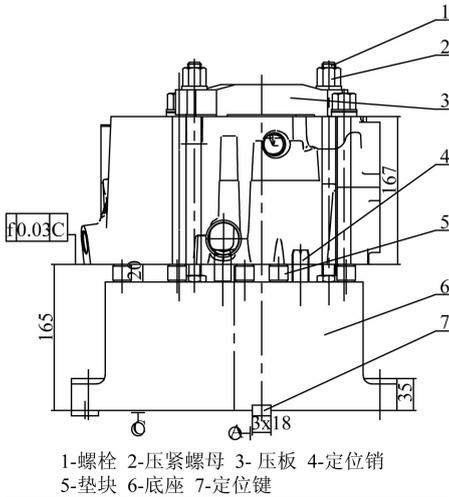


图3 四周平面和孔系的加工工装部件

以加工阀座底孔和导管底孔为例, 选用刀具见表2。在气缸盖试制阶段, 刀具主要以借用或改制为主。先用铤钻对阀座毛坯底孔进行粗扩, 去除多余毛坯, 为防止刀具切削量过大, 机床负载功率过大, 在精扩前再增加1把铤钻, 然后精扩底孔, 给精加工留出0.3~0.5mm的余量, 整个加工过程使用刀具数量过多, 机床换刀频繁, 加工效率较低。在气缸盖进入批量生产阶段后, 产品已趋于定型, 在刀具选用上直接选用非标复合粗镗刀, 完成阀座底孔的半精加工, 导管底孔也由原来的2至3把刀具, 减少为1把整硬枪钻来完成底孔的半精加工, 加工效率得到了极大提高。

2.4 外形刀具校正

140缸径柴油机结构紧凑, 两气缸盖安装后之间的外壁最小间隙仅1~2mm, 按图纸要求, 需要对其外形进行刀校。目前采用的工艺方案有两种。

方案一: 采用整体硬质合金棒铣刀(刀具有效长度150mm), 沿外形轮廓进行插补铣削。因让刀、毛坯厚度不均等原因, 时常造成刀校不准或铣刀损坏。

方案二: 采用SR10球头硬质合金整体铣刀上下走刀插补模拟外形轮廓的方式进行加工。此方案不仅能保证加工质量, 而且采用极大的走刀量, 加工时间较原1.5h/件缩短到0.5h/件, 效率提高近三倍。

2.5 辅助工序

气缸盖清砂线: 用于140气缸盖的翻转、清砂。

采用手动翻转, 可实现气缸盖横向360°、定角度翻转, 使气缸盖内腔中的铁屑、粘砂更易清理。

表2 气缸盖试制、批量两种加工工艺所选刀具比较

	试制阶段	批量阶段
刀具 名称 及用途	铤钻(粗扩阀座底孔毛坯)	非标复合粗镗刀 (扩D49.5/40.5底孔)
	铤钻(改制, 扩阀座底孔)	非标复合铤刀(进气门孔铤)
	铤刀(铤阀座底孔)	铤刀(铤孔口平面)
	铤钻(导管孔口铤平)	整硬12XD钻头(钻导管底孔)
	钻头(钻导管底孔)	铤刀(铤导管底孔)
	扩孔钻(扩导管底孔)	
	铤刀(铤导管底孔)	
数量	7	5
冷却	外冷	内冷、外冷
产地	国产	德国

气缸盖清洗机: 在清洗过程中, 气缸盖可以翻转清洗和升降清洗, 使其所有表面、水套型腔、各类孔系均得到合理清洗。根据清洗部位形状、种类、孔深的不同, 采用不同喷射性能(射流形状)的喷嘴; 使水流得到合理充分利用, 更有利于提高清洗工件效果。例如: 盲孔采用液柱流式清洗喷嘴进行清洗, 使水流直射盲孔底部, 依靠水流的反射, 将杂质从孔的底部向外排除; 气缸盖表面的清洗采用扇形水流式喷嘴进行清洗; 对气缸盖进排气道采用空心锥和实心锥式喷嘴进行清洗。

气缸盖部装线: 由气缸盖密封设备、压装设备组成。可以完成气缸盖四周密封堵、气门座圈、气门导管的压装以及气缸盖试压等工序。其中气缸盖密封设备采用法国ATEQ-F520空气检漏仪, 泄漏率测量精度可精确到0.01, 保证了气缸盖密封试验的准确性。

3 结语

综上所述, 无论是在试制阶段的工艺设计, 还是进入批量生产阶段后的工艺研究与布局, 都充分利用了数控设备的高精度进行关键工序的加工, 较好地保证了气缸盖的加工质量。在气缸盖进入批量生产阶段, 通过不断的工艺优化与调整, 建立起合理的生产节拍, 有效降低了加工成本, 提高了加工效率, 保证了年产3000台套的生产能力。

参考文献

- [1] 山东内燃机学会质量标准专业委员会, 内燃机标准资料汇编 [R].
- [2] 王选逵. 机械制造工艺学(第二版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.